

**Методические рекомендации по применению Классификации запасов  
месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных  
ископаемых (баритовых руд)**

**I. Общие сведения**

1. Настоящие Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (баритовых руд) (далее – Методические рекомендации) разработаны в соответствии с Положением о Министерстве природных ресурсов Российской Федерации, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 22 июля 2004 г. № 370 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2004, № 31, ст.3260; 2004, № 32, ст. 3347, 2005, № 52 (Зч.), ст. 5759; 2006, № 52 (Зч.), ст. 5597), Положением о Федеральном агентстве по недропользованию, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2004 г. № 293 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2004, N 26, ст. 2669; 2006, №25, ст.2723), Классификацией запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых, утвержденной приказом МПР России от 07.03.1997 № 40, и содержат рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых в отношении баритовых руд.

2. Методические рекомендации направлены на оказание практической помощи недропользователям и организациям, осуществляющим подготовку материалов по подсчету запасов полезных ископаемых и представляющих их на государственную экспертизу.

3. **Б а р и т** – минерал, представляющий собой сульфат бария ( $BaSO_4$ ). В отдельных разновидностях барий частично замещается стронцием (баритоцелестин, целестобарит), свинцом (хокутолит, англезитобарит), кальцием (кальцитобарит). Кристаллы барита таблитчатые или призматические; цвет белый, серый, розовый, желтый, бурый в зависимости от примесей (оксиды железа и марганца, сульфиды цветных металлов и железа, глинистое и органическое вещество). Белизна высокосортного барита достигает 98 %. Изредка встречаются прозрачные кристаллы оптического барита. Барит обычно развит в виде агрегатов – зернистых, пластинчатых, лучисто- и столбчато-волокнистых.

**В и т е р и т** – минерал, представляющий собой карбонат бария ( $BaCO_3$ ), его кристаллы короткопризматические, таблитчатые, дипирамидальные; цвет от белого до желтого. Витерит образует зернистые, столбчатые, почковидные, волокнистые и листоватые агрегаты.

Физические свойства барита и витерита сходны, химические – резко различаются. Плотность этих минералов колеблется в пределах  $4,3\text{--}4,6\text{ г/см}^3$ , твердость  $2,5\text{--}3,5$  (барит несколько уступает витериту по твердости). Оба минерала обладают стекляннным блеском, переходящим в смолянистый.

Барит отличается высокой химической стойкостью, практически нерастворим в воде, слабых кислотах и органических соединениях. Витерит неустойчив в кислотах и довольно быстро растворяется даже в воде.

4. Список минералов, встречающихся в рудах баритовых месторождений, в той или

иной степени влияющих на получение баритового концентрата, насчитывает более 60 наименований. Из нерудных к ним относятся кварц, доломит, кальцит и флюорит (табл. 1), из рудных – минералы железа (пирит, магнетит, гематит, сидерит, лимонит), свинца (галенит, церуссит, англезит), цинка (сфалерит, смитсонит), меди (халькопирит, халькозин, борнит, куприт, ковеллин), серебра (аргентит, штроймейерит, самородное серебро), а также самородное золото.

5. Барит используется по трем основным направлениям: для производства утяжелителя глинистых растворов при бурении нефтяных и газовых скважин (более 75 %), в качестве инертных и слабоактивных наполнителей (16–18 %) и сырья в производстве бариевых соединений (6–8 %). В качестве инертного тяжелого наполнителя он применяется в специальной резине, при производстве пластмасс, некоторых сортов бумаги, в асботехнических изделиях, цементе и различных строительных материалах, а также в красках, лаках и эмалях (главным образом, для изготовления литопона). Способность барита поглощать радиоактивные излучения (включая рентгеновские лучи) позволяет использовать содержащие его материалы в рентгентехнике. Прозрачные бесцветные кристаллы барита применяются как оптическое сырье. Барит и виверит представляют собой единственное сырье для получения соединений бария, используемых в химической промышленности, пиротехнике, при металлообработке, в машиностроении и других областях народного хозяйства.

Таблица 1

### Нерудные минералы баритовых руд

Минерал, примесь	Содержание основного компонента, %	Форма выделения	Цвет
Барит $\text{BaSO}_4$	$\text{BaO} - 65,7$ $\text{SO}_3 - 34,3$	Кристаллы таблитчатой, призматической, столбчатой формы; агрегаты зернистые, плотные, скрытокристаллические; сталактиты и другие натечные формы, конкреции и др.	Белый, серый до черного, красный, голубоватый, бесцветные прозрачные кристаллы
Виверит $\text{BaCO}_3$	$\text{BaO} - 77,7$ $\text{CO}_2 - 22,3$	Кристаллы, агрегаты шаровидных, почковидных, волокнистых форм и т.п.	Бесцветный, белый, серый, желтый
Кварц $\text{SiO}_2$	$\text{Si} - 46,8$ $\text{O}_2 - 53,2$	Кристаллы, плотные и зернистые агрегаты, друзы и сростки	Бесцветный, белый и серый
Кальцит $\text{CaCO}_3$	$\text{CaO} - 56,03$ $\text{CO}_2 - 43,97$	Кристаллы различной формы, агрегаты кристаллические, зернистые, натечные, рыхлые	Бесцветный, белый, может быть окрашен в разные цвета
Доломит $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	$\text{CaO} - 30,41$ $\text{MgO} - 21,86$ $\text{CO}_2 - 47,73$	Кристаллы ромбоэдрической формы, агрегаты зернистые, почковидные и т.п.	Серовато-белый до черного
Флюорит $\text{CaF}_2$	$\text{Ca} - 51,33$ $\text{F}_2 - 48,67$	Кристаллы кубической и октаэдрической формы, агрегаты и зернистые массы	Зеленый, фиолетовый и других окрасок, бесцветный, водяно-прозрачный

В настоящее время структура потребления барита изменяется, что связано с внедрением в электроэнергетике барийсодержащей керамики, обладающей сверхпроводимостью при высоких температурах, а также ростом ядерной энергетики и сокращением ядерных вооружений, поскольку барит – наиболее дешевый компонент защитных установок и сооружений.

Виверит может применяться как сырье для производства бариевых соединений, прежде всего (после очистки) технического углекислого бария. Из-за легкой растворимости

витерит в качестве утяжелителя непригоден.

6. Барит и витерит в природе встречаются совместно, причем витерит имеет, как правило, подчиненное значение. Обычно он присутствует в баритовых рудах в виде незначительных примесей, но иногда его содержание достигает 30–45 % (месторождения Сеттлингстон, Моррисон и Лонгалеут в Великобритании, Арпакленское и Елы-су в Туркмении). Месторождения СНГ, в рудах которых содержания витерита были значительными, отработаны.

Обладающий высокой химической стойкостью барит хорошо сохраняется в зоне выветривания (витерит в этих условиях быстро разлагается), но при последующем перемещении по склону в связи с невысокой твердостью быстро разрушается и рассеивается. Это обуславливает возможность формирования залежей барита (баритовой сыпучки, баритовых песков), а также элювиальных и иногда склоновых (делювиальных) россыпей в зоне выветривания баритосодержащих руд и пород (Медведевское месторождение в России). Россыпи более дальнего сноса не образуются.

7. Месторождения барита по генезису разделяются на гидротермальные, карбонатитовые, осадочные и остаточные (табл. 2). Витерит присутствует лишь в гидротермальных месторождениях.

Среди гидротермальных месторождений выделяются жильные и метасоматические; иногда жилы и метасоматические залежи барита встречаются совместно в пределах одного рудного поля или даже месторождения.

Жильные месторождения представлены жилами или, реже, линзообразными телами, выполняющими трещины. Жилы имеют преимущественно крутое падение, невыдержанную мощность и сложную морфологию. Они часто ветвятся, образуя апофизы, распадаются на две или несколько параллельных жил. В пределах жил обычно наблюдается чередование раздувов, в которых мощность достигает 5–10 м и более, и пережимов, где барит полностью замещается кварцем, кальцитом или сменяется участками, заполненными глиной.

Для месторождений этого типа характерно наличие одиночных протяженных жил (длиной по простиранию и падению в сотни метров, иногда в 1–2 км) или серии (10–20) коротких жил (десятки метров по падению и простиранию), расположенных цепочкой или кулисообразно. Нередко встречаются баритовые брекчии, представленные обломочным материалом, сцементированным баритом.

Состав руд жильных месторождений изменяется в широких пределах. Встречаются руды как с низким содержанием барита (несколько процентов), так и почти мономинеральные. В рудах обычно присутствуют кварц и кальцит, количество которых меняется в очень широких пределах (нередко они почти полностью заполняют отдельные участки баритовых жил), часто флюорит (его содержание иногда выше, чем барита), сульфиды цинка, свинца, железа, меди и других металлов. На ряде месторождений в отдельных жилах или участках жил сульфиды металлов составляют основную ценность руд, а барит представляет попутный компонент. Витерит в значительных количествах содержится только в рудах жильных месторождений.

Месторождения жильного типа в ряде стран (Россия, Казахстан, Италия, Греция, Великобритания) являются главным источником получения барита. Особую ценность представляют жильные месторождения с высоким содержанием барита (иногда с практически мономинеральными баритовыми рудами), которые могут использоваться в большинстве отраслей промышленности без обогащения.

Наиболее типичны жильные месторождения Беганьское (Украина), Джалаирское, Бадамское, Тукжское (Казахстан), Чордское, Апшринское и месторождения Кутаисской группы (Грузия).

Метасоматические месторождения содержат линзообразные или пластообразные тела баритовых руд, нередко залегающие согласно с вмещающими породами. В рудах многих метасоматических месторождений присутствуют сульфиды свинца, цинка, меди, железа и других металлов. Нередко сульфиды металлов являются главной ценностью этих руд, а барит лишь попутным компонентом.

К метасоматическим месторождениям относятся Жайремское, Бестюбе, Кентобе, Жуманай (Казахстан), Кварцитовая сопка (Алтайский край).

Таблица 2.

### Промышленные типы месторождений барита

Промышленный тип месторождений	Структурно-морфологический тип и комплекс вмещающих пород	Природный (минеральный) тип руд	Среднее содержание $BaSO_4$ в руде, %	Попутные компоненты	Промышленный (технологический) тип руд	Примеры месторождений
1	2	3	4	5	6	7
Гидротермальный жильный	Жильный, линзообразный с зонами брекчирования в осадочных и эффузивно-осадочных породах	Баритовый, кальцит-баритовый, сульфидно-баритовый	70	Zn, Pb,	Химико-технологический баритовый (сортировочный, гравитационный или гравитационно-флотационный)	Белореченское (Россия), Чордское (Грузия), Беганьское (Украина), Джилаирское (Казахстан)
		Флюорит-баритовый,		Флюорит	Химико-технологический баритовый (сортировочный, флотационный)	
Гидротермальный метасоматический	Пласто и линзообразно-залежный стратиформный в терригенно-карбонатных породах	Сульфидно-баритовый, гематит-флюорит-баритовый, целестин-баритовый	15–60	Zn, Pb, Cu, Au, Ag	То же	Салаирская группа месторождений, Кварцитовая сопка (Россия), Жайремское (Казахстан)
Гидротермальный осадочный	Пласто- и линзообразно-залежный стратиформный в кремнисто-сланцевых породах	Баритовый, Карбонатно-кремниевый-баритовый	30–75		Химико-технологический баритовый (сортировочный, гравитационный или гравитационно-флотационный)	Толчеинское, Колбалыкское, Мартюхинское, Сорнинское (Россия), Магнет-Коув (США)

1	2	3	4	5	6	7
Осадочный	Пласто- и линзо-образно-залежный стратиформный в кремнисто-сланцевых породах	Баритовый, кремниевобаритовый	60–80		Химикотехнологический баритовый (сортировочный, гравитационный или гравитационно-флотационный)	Хойлинское, Кульжинское (Россия), Чиганакское (Казахстан)
Остаточный (россыпи)	Плащеобразно-залежный в терригенно-осадочных породах	Кварцбаритовый, лимониткарбонатнобаритовый	15–30		Химикотехнологический баритовый (промывочный, гравитационный)	Медведевское (Россия), месторождения шт. Миссури (США)
Комплексные барит - полиметаллические месторождения						
Гидротермальный осадочный	Пластообразный стратиформный в карбонатных породах	Карбонатнобаритовый, сфалеритгаленитбаритовый	50	Zn, Pb, Ag	Химикотехнологический баритовый (сортировочный, флотационный)	Миргалимсая группа месторождений (Казахстан)
Гидротермальный метасоматический	Линзо-, столбо- и пластообразно-залежный в осадочно-вулканических породах	Квацбаритовый, пиритсфалеритгаленитбаритовый с блеклой рудой	5–40	Zn, Pb, Ag	То же	Зареченское, Степное, Кварцитовая сопка Россия).

Осадочные месторождения барита представлены залежами, согласными с вмещающими породами. Наряду с баритом нередко присутствуют марганцевые минералы. Барит иногда содержит органические вещества, окрашивающие его в черный цвет. Однако осадочное происхождение некоторых месторождений спорно.

К месторождениям этого типа относится ряд месторождений в штатах Арканзас и Невада (около 40 % всех запасов барита США), в СНГ – Чиганакское месторождение (Казахстан).

Остаточные месторождения барита представляют собой элювиальные и, реже, склоновые россыпи, сложенные глинами, песками и суглинками, содержащими обломки барита. В связи с легкой обогатимостью эти руды, несмотря на невысокое содержание барита (15–30 %), имеют промышленное значение.

В США в остаточных месторождениях (в штатах Миссури, Теннесси и Джорджия) заключено почти 40 % всех запасов барита. В СНГ самостоятельных месторождений этого типа не выявлено, известны отдельные россыпи на Медведевском (Россия) и Джалаирском (Казахстан) месторождениях.

Карбонатитовые месторождения, руды которых характеризуются значительным содержанием барита, в СНГ неизвестны. В рудах некоторых карбонатитовых месторождений США содержание барита составляет 10–30 %, достигая 50 %. При извлечении из этих руд редкоземельных элементов попутно получается баритовый концентрат.

8. Баритовые руды по минеральному составу подразделяются на существенно баритовые (в том числе барит-витеритовые), кварц-баритовые (в том числе с витеритом), кальцит-баритовые, флюорит-баритовые, сульфидно-баритовые, железо-баритовые, железо-флюоритовые, а также глинисто- и песчано-баритовые.

Существенно-баритовые руды в основном состоят из барита, совместно с которым на

некоторых месторождениях присутствует витерит. Другие минералы (кварц, кальцит, оксиды железа, сульфиды металлов и др.) содержатся в незначительных количествах. Эти руды развиты преимущественно на гидротермальных месторождениях, иногда слагая самостоятельные тела, но чаще постепенно переходят в кварц-, кальцит-, флюорит- и сульфидно-баритовые руды.

Руды этого типа преобладают на гидротермальных месторождениях Кутаисской группы (Грузия), Кентобе, Жуманай и осадочном Чиганакском месторождении (Казахстан). Они встречаются также в коре выветривания месторождений Ушкатын III и Жайрем (где они постепенно переходят в песчано- и глинисто-баритовые руды).

В кварц-баритовых рудах наряду с баритом присутствует значительное количество (30–45 %) неравномерно распределенного кварца, в кальцит-баритовых – кальцита (до 70 %). Другие минералы (оксиды железа, сульфиды металлов и др.) содержатся в небольших количествах. Эти руды (наряду с существенно-баритовыми) развиты на гидротермальных месторождениях Грузии (Чордское) и Казахстана (Кентобе и Джалаирское). Кварц- и кальцит-баритовые руды нередко чередуются с сульфидно-баритовыми, иногда переходят в чисто кварц, кальцитовые, кварц-кальцитовые жилы или образуют самостоятельные тела.

Кварц-баритовые (кремнисто-баритовые) руды Чиганакского месторождения представляют собой тонкое переслаивание существенно-баритовых руд и прослоев кремнистых пород (яшм).

Флюорит-баритовые руды сложены в основном баритом и флюоритом, обычно присутствуют также кварц и кальцит, нередко – сульфиды свинца, цинка, меди и других металлов. Руды этого типа сравнительно редки. В значительных количествах они были развиты на отработанных месторождениях Бадам (Казахстан) и Агата-Чибаргатинском (Узбекистан); установлены они также и на некоторых месторождениях плавиковошпатовых руд (Наугарзан и др., Узбекистан).

Железо-флюорит-редкоземельно-баритовые руды сложены преимущественно баритом, флюоритом, магнетитом и гематитом (последние в зоне выветривания замещаются гётитом и гидрогётитом). Присутствуют также редкоземельные минералы, кальцит, доломит и кварц. Эти руды развиты на Карасукском месторождении в Туве.

Песчано- и глинисто-баритовые руды представляют собой продукты выветривания (иногда перемещенные по склону) первичных баритовых и баритосодержащих руд, а также баритонесных пород. Они слагаются обломками барита и вмещающих пород, заключенными среди глин, суглинков или песчаного материала. Среди обломков часто встречается практически мономинеральный барит, иногда покрытый корочкой («рубашкой») оксидов железа. Качество барита этих руд по сравнению с баритом исходных (первичных) руд часто выше, так как многие вредные примеси (карбонаты, сульфиды металлов) почти полностью выщелочены.

Руды этого типа известны на Джалаирском и Медведевском месторождениях, где они слагают отдельные россыпи, и в коре выветривания барит-полиметаллических месторождений Жайрем и Ушкатын III (Казахстан), где образуют крупные скопления. В небольших количествах эти руды довольно часто присутствуют в «железных шляпах» медноколчеданных и полиметаллических колчеданных месторождений (баритовая сыпучка).

9. Месторождения, в рудах которых барит имеет промышленное значение, подразделяются на собственно баритовые и комплексные.

К собственно баритовым относятся месторождения, в рудах которых барит является основным компонентом, определяющим промышленную ценность этих руд. Собственно баритовые месторождения слагаются существенно-баритовыми, а также кварц- и кальцит-баритовыми рудами. Иногда в их пределах развиты сульфидно-баритовые, реже флюорит-баритовые руды.

Содержание барита в рудах собственно баритовых месторождений колеблется в широких пределах (23–85 %). Нередко встречаются практически мономинеральные разности. Собственно баритовые месторождения представляют собой основной источник получения высококачественного барита, используемого в качестве утяжелителей и наполнителя в лаках и красках а также для производства бариевых соединений.

По запасам руд (в млн. т) собственно баритовые месторождения подразделяются на весьма крупные (более 5), крупные (0,5–5), средние (0,1–0,5) и мелкие (менее 0,1).

К комплексным относятся барит-полиметаллические, флюорит-баритовые и комплексные железо-флюорит-редкоземельно-баритовые месторождения, при переработке руд которых барит может попутно извлекаться в собственный концентрат.

Основное значение среди них имеют барит-полиметаллические месторождения. В пределах этих месторождений, представленных сульфидно-баритовыми рудами, нередко встречаются самостоятельные тела или части этих тел, сложенные существенно баритовыми рудами (Кварцитовая сопка). В зоне выветривания нередко сосредоточены крупные запасы остаточных (песчано- и глинисто-баритовых) руд.

Содержание барита в сульфидно-баритовых рудах обычно составляет 5–20 %, иногда 40–70 %, в самостоятельных телах существенно баритовых руд часто превышает 70 %, иногда достигая 90 %. Минеральная ассоциация представлена кроме барита сульфидами свинца, цинка, железа, меди, в ряде случаев присутствуют благородные металлы (Au, Ag) в количестве достаточном для попутного извлечения, а нерудный комплекс сложен кварцем, кальцитом, доломитом, хлоритом, измененными полевыми шпатами, иногда флюоритом.

Баритовые концентраты, получаемые из этих руд, применяются главным образом в качестве утяжелителей буровых растворов.

Комплексные железо-флюорит-редкоземельно-баритовые месторождения, хотя и обладают большими запасами барита, но не играют заметной роли в его получении. Единственное Карасукское месторождение в связи с низкими технико-экономическими показателями промышленностью не осваивается.

По запасам барита (в млн. т) комплексные месторождения подразделяются на весьма крупные (более 20), крупные (от 10 до 20), средние (от 1 до 10) и мелкие (менее 1).

10. Дополнительным источником получения барита могут быть хвосты обогащенных фабрик, ранее перерабатывавших руды барит-полиметаллических месторождений без извлечения барита (например, в Салаирском рудоуправлении). Не исключена возможность экономически выгодного извлечения барита из буровых растворов после бурения скважин, что уже практикуется в США.

## **II. Группировка месторождений по сложности геологического строения для целей разведки**

11. По размерам и форме рудных тел, изменчивости их мощности, внутреннего строения и особенностям распределения баритовой минерализации собственно баритовые месторождения и баритовые тела комплексных месторождений соответствуют 1-, 2- и 3-й группам сложности «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых», утвержденной приказом Министра природных ресурсов Российской Федерации от 7 марта 1997г. № 40.

К 1-й группе относятся гидротермальные месторождения, представленные крупными, выдержанными по мощности и внутреннему строению жилами с относительно равномерным распределением барита (Джалаирское месторождение), а также элювиальные и склоновые (делювиальные) россыпи, характеризующиеся выдержанными мощностью, внутренним строением и относительной равномерностью распределения барита (участок рос-

сыпей того же месторождения).

Ко 2-й группе относятся собственно баритовые месторождения различного генезиса, а также баритовые тела комплексных месторождений (Жайрем, Беганское), представленные крупными и средними пластообразными (Апшринское, Чиганакское), линзовидными (Кентобе, Жуманай, Медведевское) залежами, крупными и средними жилами (Чордское), характеризующимися изменчивыми мощностью, внутренним строением или нарушенным залеганием (Хойлинское в Республике Коми, Толчеинское в Хакасии) с неравномерным распределением барита, а также делювиальные россыпи (Медведевское).

К 3-й группе относится большинство баритовых тел комплексных месторождений: средние и мелкие линзообразные залежи (на Маднеульском медно-барит-полиметаллическом месторождении в Грузии, Талганском в Челябинской области, Среднем и Зареченском барит-полиметаллических месторождениях в Алтайском крае, Бестюбе и Кайракты в Казахстане), характеризующиеся резкой изменчивостью мощности, внутреннего строения и весьма неравномерным распределением барита, а также пластообразные тела, (барит-полиметаллическое месторождение Юбилейное на Алтае) с изменчивыми залеганием и внутренним строением, с неравномерным распределением барита.

12. Принадлежность собственно баритового месторождения к той или иной группе устанавливается по степени сложности геологического строения рудных тел, заключающих не менее 70 % общих запасов месторождения.

13. При отнесении к той или иной группе месторождений комплексных баритовых руд с преобладающей промышленной ценностью других компонентов следует руководствоваться соответствующими методическими рекомендациями (для барит-полиметаллических – по месторождениям свинцово-цинковых руд, для флюорит-баритовых – по месторождениям плавикового шпата и т.д.).

14. При отнесении месторождения к той или иной группе в ряде случаев могут использоваться количественные характеристики изменчивости основных свойств оруденения (см. приложение).

### **III. Изучение геологического строения месторождений и вещественного состава руд**

15. По разведанному месторождению необходимо иметь топографическую основу, масштаб которой соответствовал бы его размерам, особенностям геологического строения и рельефу местности. Топографические карты и планы на месторождениях барита и витерита составляются в масштабе 1:1000–1:5000. Все разведочные и эксплуатационные выработки, профили детальных геофизических наблюдений, естественные обнажения рудных тел должны быть инструментально привязаны. Подземные горные выработки и скважины наносятся на планы по данным маркшейдерской съемки. Маркшейдерские планы горизонтов горных работ обычно составляются в масштабах 1:200–1:1000, сводные планы – в масштабе не мельче 1:1000. Для скважин вычисляются координаты точек пересечения ими кровли и подошвы рудного тела и строятся проложения их стволов на планах и разрезах.

16. Геологическое строение месторождения должно быть детально изучено и отображено на геологических картах масштаба 1:1000–1:5000 (в зависимости от размеров и сложности месторождения), геологических разрезах, планах, проекциях, а в необходимых случаях – на блок-диаграммах и моделях. Геологические и геофизические материалы должны давать представление о размерах и форме рудных тел, условиях их залегания, внутреннем строении характере выклинивания тел, распределении баритовой минерализации, особенностях взаимоотношения рудных тел с литолого-петрографическими комплексами вмещающих пород, складчатыми структурами и тектоническими нарушениями в сте-



пени, необходимой и достаточной для обоснования подсчета запасов. Эти материалы должны отражать также размещение различных типов руд, строение кровли и подошвы рудных тел, изменение по простиранию и падению мощности, содержаний барита и вредных примесей. Следует обосновать геологические границы месторождения и поисковые критерии, определяющие местоположение перспективных участков, в пределах которых оценены прогнозные ресурсы категории  $P_1^*$ .

17. Выходы на поверхность и приповерхностные части рудных тел или минерализованных зон должны быть изучены горными выработками и неглубокими скважинами с применением геофизических и геохимических методов и опробованы с детальностью, позволяющей установить морфологию и условия залегания рудных тел, глубину развития зоны выветривания, границы между выветрелыми, затронутыми и не затронутыми выветриванием баритовыми (витеритовыми) рудами, особенности изменения вещественного состава, технологических свойств в зоне выветривания и провести подсчет запасов выветрелых и затронутых выветриванием руд отдельно по промышленным (технологическим) типам.

18. Разведка месторождений барита и витерита на глубину осуществляется буровыми скважинами в сочетании с горными выработками с использованием геофизических методов исследований – наземных, в скважинах и горных выработках.

Методика разведки – соотношение объемов горных работ и бурения, виды горных выработок и способы бурения, геометрия и плотность разведочной сети, методы и способы опробования – должна обеспечить возможность подсчета запасов на разведанном месторождении по категориям, соответствующим группе сложности его геологического строения. Она определяется исходя из геологических особенностей рудных тел с учетом возможностей горных, буровых и геофизических средств разведки и опыта разведки и разработки месторождений аналогичного типа.

При выборе оптимального варианта разведки следует учитывать степень изменчивости содержаний барита, характер пространственного распределения бариевых минералов, текстурно-структурные особенности руд (главным образом наличие крупных выделений рудных минералов), а также возможное избирательное истирание керна при бурении. Следует учитывать также сравнительные технико-экономические показатели и сроки выполнения работ по различным вариантам разведки.

Рудные тела разведываются, на всю глубину или до принятого в ТЭО кондиций горизонта разработки месторождения. В последнем случае необходима проходка единичных структурных скважин для установления фактической глубины распространения полезного ископаемого.

19. По скважинам колонкового бурения должен быть получен максимальный выход керна хорошей сохранности в объеме, позволяющем выяснить с необходимой полнотой особенности залегания рудных тел и вмещающих пород, их мощности, внутреннее строение рудных тел, характер околорудных изменений, распределение природных разновидностей руд, их текстуры и структуры и обеспечить представительность материала для опробования. Практикой геологоразведочных работ установлено, что выход керна для этих целей должен быть не менее 70 % по каждому рейсу бурения. Достоверность определения линейного выхода керна следует систематически контролировать весовым или объемным способом.

---

\* По району месторождения и рудному полю представляются геологическая карты и карта полезных ископаемых в масштабе 1:25 000—1:50 000 с соответствующими разрезами. Указанные материалы должны отражать размещение рудоконтролирующих структур и рудовмещающих комплексов пород, месторождений барита и рудопроявлений района, а также участков, на которых оценены прогнозные ресурсы баритовых руд.

Результаты проведенных в районе геофизических исследований следует использовать при составлении геологических карт и разрезов к ним и отражать на сводных планах интерпретации геофизических аномалий в масштабе представляемых карт.

Величина представительного выхода керна для определения содержаний барита и мощностей рудных интервалов должна быть подтверждена исследованиями возможности его избирательного истирания. Для этого необходимо по основным типам руд сопоставить результаты опробования керна и шлама (по интервалам с их различным выходом) с данными опробования контрольных горных выработок, скважин ударного, пневмоударного и шарошечного бурения, а также колонковых скважин, пробуренных с применением съемных керноприемников. При разведке верхних частей рудных тел, сложенных выветрелыми или рыхлыми разновидностями руд, следует применять специальную технологию бурения (бурение без промывки, укороченными рейсами и др.). При низком выходе керна или избирательном его истирании, существенно искажающем результаты опробования, следует применять другие технические средства разведки.

Для повышения достоверности и информативности бурения необходимо использовать методы геофизических исследований в скважинах, рациональный комплекс которых определяется исходя из поставленных задач, конкретных геолого-геофизических условий месторождения и современных возможностей геофизических методов. Комплекс каротажа, эффективный для выделения рудных интервалов и установления их параметров, должен выполняться во всех скважинах, пробуренных на месторождении.

В вертикальных скважинах глубиной более 100 м и во всех наклонных, включая подземные, не более чем через каждые 20 м должны быть определены и подтверждены контрольными замерами азимутальные и зенитные углы стволов скважин. Результаты этих измерений необходимо учитывать при построении геологических разрезов, погоризонтных планов и расчете мощностей рудных интервалов. При наличии подсечений стволов скважин горными выработками результаты замеров проверяются данными маркшейдерской привязки. Для скважин необходимо обеспечить пересечение ими рудных тел под углами не менее  $30^\circ$ .

Для пересечения крутопадающих рудных тел под большими углами целесообразно применять искусственное искривление скважин. С целью повышения эффективности разведки следует осуществлять бурение многозабойных скважин, а при наличии горизонтов горных работ – вееров подземных скважин. Бурение по руде целесообразно производить одним диаметром.

20. Горные выработки являются основным средством детального изучения условий залегания, морфологии, внутреннего строения рудных тел, их сплошности, вещественного состава руд, а также контроля данных бурения, геофизических исследований и отбора технологических проб.

Сплошность рудных тел и изменчивость оруденения по их простиранию и падению должны быть изучены в достаточном объеме на представительных участках: по маломощным рудным телам – непрерывным прослеживанием штреками и восстающими, а по мощным рудным телам – пересечением ортами, квершлагами, подземными горизонтальными скважинами.

Одно из важнейших назначений горных выработок – установление степени избирательного истирания керна при бурении скважин с целью выяснения возможности использования данных скважинного опробования и результатов геофизических исследований для геологических построений и подсчета запасов. Горные выработки следует проходить на участках детализации, а также на горизонтах месторождения, намеченных к первоочередной отработке.

21. Расположение разведочных выработок и расстояния между ними должны быть определены для каждого структурно-морфологического типа рудных тел.

Приведенные в табл. 3 обобщенные сведения о плотности сетей, применявшихся при разведке месторождений баритовых руд в странах СНГ, могут учитываться при проекти-

ровании геологоразведочных работ, но их нельзя рассматривать как обязательные. Для каждого месторождения на основании изучения участков детализации и тщательного анализа всех имеющихся геологических, геофизических и эксплуатационных материалов по данному или аналогичным месторождениям обосновываются наиболее рациональные геометрия и плотность сети разведочных выработок.

22. Для подтверждения достоверности запасов отдельные участки и горизонты месторождений должны быть разведаны более детально. Эти участки следует изучать и опробовать по более плотной разведочной сети относительно принятой на остальной части месторождения. На месторождениях 1-й группы запасы на таких участках или горизонтах должны быть разведаны по категориям А и В, 2-й группы – по категории В. На месторождениях 3-й группы сеть разведочных выработок на участках детализации целесообразно сгущать, как правило, не менее чем в 2 раза по сравнению с принятой для категории С<sub>1</sub>.

При использовании интерполяционных методов подсчета запасов (геостатистика, метод обратных расстояний и др.) на участках детализации необходимо обеспечить плотность разведочных пересечений, достаточную для обоснования оптимальных интерполяционных формул.

Участки детализации должны отражать особенности условий залегания и форму рудных тел, вмещающих основные запасы месторождения, а также преобладающее качество руд. По возможности они располагаются в контуре запасов, подлежащих первоочередной отработке. В тех случаях, когда такие участки не характерны для всего месторождения по особенностям геологического строения, качеству руд и горно-геологическим условиям, должны быть детально изучены также участки, удовлетворяющие этому требованию. Размеры и количество участков детализации на месторождениях определяются в каждом конкретном случае недропользователем.

Полученная на участках детализации информация используется для обоснования группы сложности месторождения, подтверждения соответствия принятой геометрии и плотности сети, а также и выбранных технических средств разведки особенностям его геологического строения, для оценки достоверности результатов опробования и подсчетных параметров, принятых при подсчете запасов на остальной части месторождения, а также условий разработки месторождения в целом. На разрабатываемых месторождениях для этих целей используются данные эксплуатационной разведки и разработки.

23. Все разведочные выработки и выходы рудных тел или зон на поверхность должны быть задокументированы. Результаты опробования выносятся на первичную документацию и сверяются с геологическим описанием.

Особое внимание при документации следует уделять характеристике метаморфизма и выветривания баритоносных (витеритоносных) пород, пересекающих эти породы жил и даек, околорудных изменений, тектонических нарушений и зон дробления, детальному описанию кристаллов барита и витерита (размеры, строение, цвет и белизна), характеру прорастания их другими минералами, наличию кварца и кальцита. Белизна барита в последующем уточняется в лабораторных условиях.

Полнота и качество первичной документации, соответствие ее геологическим особенностям месторождения, правильность определения пространственного положения структурных элементов, составления зарисовок и их описаний должны систематически контролироваться сличением с натурой компетентными комиссиями. Следует также оценивать качество геологического и геофизического опробования (выдержанность сечения и массы проб, соответствие их положения особенностям геологического строения участка, полноту и непрерывность отбора проб, наличие и результаты контрольного опробования).

**Обобщенные данные о плотности сетей разведочных выработок,  
применявшихся при разведке месторождений барита и витерита в странах СНГ**

Группа месторождений	Структурно-морфологический тип рудных тел	Виды выработок	Расстояния между пересечениями рудных тел выработками (в м) для категорий запасов					
			А		В		С <sub>1</sub>	
			по простиранию	по падению	по простиранию	по падению	по простиранию	по падению
1-я	Крупные жилы с выдержанными мощностью и внутренним строением, с относительно равномерным распределением барита Залежи в элювиальных и склоновых россыпях с выдержанными мощностью и внутренним строением, с относительно равномерным распределением барита.	горные выработки	20–40	40–50	40–80	40–50	80–120	80–100
		скважины			20–40	40–50	40–60	80–100
		шурфы или скважины	25–35	25–35	50–70	50–70	100–140	100–140
2-я	Крупные и средние жилы, пластообразные и линзовидные залежи с изменчивыми мощностью и внутренним строением (либо с нарушенным залеганием), с неравномерным распределением барита	горные выработки	–	–	40–50	40–50	80–100	40–50
		скважины	–	–	20–40*	40–50*	40–50	40–50
3-я	Средние и мелкие линзообразные залежи с резко изменчивыми мощностью и внутренним строением с весьма неравномерным распределением барита; средние и мелкие пластообразные тела с изменчивым залеганием и внутренним строением с весьма неравномерным распределением барита	горные выработки	–	–	–	–	40–50	40–50

П р и м е ч а н и е. На **оцененных месторождениях** разведочная сеть для категории С<sub>2</sub> по сравнению с сетью для категории С<sub>1</sub> разрезается в 2–4 раза в зависимости от сложности геологического строения месторождения.

\*Для отдельных выдержанных рудных тел оценка запасов по категории В возможна при условии доказанной достоверности буровой разведки.

24. Для изучения качества полезного ископаемого, оконтуривания рудных тел и подсчета запасов все рудные интервалы, вскрытые разведочными выработками или установленные в естественных обнажениях, должны быть опробованы.

25. Выбор методов (геологических, геофизических), способов опробования и применяемых технических средств разведки производится на ранних стадиях оценочных и разведочных работ, исходя из конкретных геологических особенностей месторождения и физических свойств полезного ископаемого и вмещающих пород.

На месторождениях баритовых руд целесообразно применение ядерно-геофизических методов в качестве рядового опробования\*. Применение геофизических методов опробования и использование их результатов при подсчете запасов регламентируется соответствующими нормативно-методическими документами.

Принятые метод и способ опробования должны обеспечивать наибольшую достоверность результатов при достаточной производительности и экономичности. В случае применения нескольких способов опробования они должны быть сопоставлены по точности результатов и достоверности. При выборе геологических способов опробования (керновый, бороздовый, задиrkовый и др.), определении качества отбора и обработки проб, оценке достоверности методов опробования следует руководствоваться соответствующими нормативно-методическими документами.

Для сокращения нерациональных затрат труда и средств на отбор и обработку проб рекомендуется интервалы, подлежащие опробованию, предварительно наметить по данным каротажа или замерам ядерно-геофизическими, магнитным и другими методами.

26. Опробование разведочных сечений следует производить с соблюдением следующих обязательных условий:

сеть опробования должна быть выдержанной, плотность ее определяется геологическими особенностями изучаемых участков месторождения и обычно устанавливается исходя из опыта разведки месторождений-аналогов, а на новых объектах – экспериментальным путем. Пробы необходимо отбирать в направлении максимальной изменчивости оруденения; в случае пересечения рудных тел разведочными выработками (в особенности скважинами) под острым углом к направлению максимальной изменчивости (если при этом возникают сомнения в представительности опробования) контрольными работами или сопоставлением должна быть доказана возможность использования в подсчете запасов результатов опробования этих сечений;

опробование следует проводить непрерывно, на полную мощность рудного тела с выходом во вмещающие породы на величину, превышающую мощность пустого или некондиционного прослоя, включаемого в соответствии с условиями в промышленный контур: для рудных тел без видимых геологических границ – во всех разведочных выработках для рудных тел с четкими геологическими границами – по разреженной сети выработок. В канавах, шурфах, траншеях кроме коренных выходов руд должны быть опробованы и продукты их выветривания;

природные разновидности руд и минерализованных пород должны быть опробованы отдельно – секциями; длина каждой секции (рядовой пробы) определяется внутренним строением рудного тела, изменчивостью вещественного состава, текстурно-структурных особенностей, физико-механических и других свойств руд, а в скважинах – также длиной рейса. Она не должна превышать установленную условиями минимальную мощность для

---

\* Возможность использования результатов геофизического опробования для подсчета запасов, а также возможность внедрения в практику опробования новых геофизических методов и методик рассматривается экспертно-техническим советом (ЭТС) уполномоченного экспертного органа после их одобрения НСАМ или другими компетентными советами.

выделения типов или сортов руд, а также максимальную мощность внутренних пустых и некондиционных прослоев, включаемых в контур руд.

Способ отбора проб в буровых скважинах (керновый, шламовый) зависит от используемого вида и качества бурения. При этом интервалы с разным выходом керна (шлама) опробуются отдельно; при наличии избирательного истирания керна опробованию подвергается как керн, так и измельченные продукты бурения (шлам, пыль и др.); мелкие продукты отбираются в самостоятельную пробу с того же интервала, что и керновая проба, обрабатываются и анализируются отдельно. При отборе проб на химический анализ в пробу, как правило, отбирается половина керна, разделенного вдоль оси.

Опробование в горных выработках и обнажениях обычно проводится секциями бороздовым способом. Сечения борозд принимаются в зависимости от степени однородности руды (чаще всего от 3×5 до 5×10 см). В канавах, шурфах и траншеях отдельно опробуются руды различной степени выветрелости. Принятые параметры проб должны быть обоснованы экспериментальными работами. Должны быть проведены работы по изучению возможного выкрашивания бариевых минералов при принятом для горных выработок способе опробования.

В горных выработках, пересекающих рудное тело (шурфы, квершлагги, орты, рассечки и др.), опробование ведется непрерывно. Интервалы опробования (длина секций) обычно составляют 1–2 м, при однородном строении рудного тела 4–10 м. В выработках, пройденных по простиранию рудных тел, опробование следует производить в забоях. Расстояние между забоями зависит от однородности руд и колеблется от 5 до 10 м, иногда до 20 м. Тела, вскрытые канавами, опробуются по дну последних. Перед отбором проб канавы должны быть углублены до вскрытия коренных пород.

Для повышения качества опробования целесообразно использовать механизированный способ отбора проб.

Результаты геологического и геофизического опробования скважин и горных выработок следует использовать в качестве основы для оценки неравномерности оруденения в естественном залегании и прогнозирования показателей радиометрического обогащения, руководствуясь соответствующими методическими документами. При этом для прогнозирования результатов крупнопорционной сортировки целесообразно принять постоянным шаг опробования при длине каждой секции (рядовой пробы), кратной 1 м. Показатели радиометрической сепарации прогнозируются по результатам дифференциальной интерпретации геофизических данных при линейных размерах пробы, соответствующих куску максимальной крупности 100–200 мм.

**27.** Качество опробования по каждому принятому методу и способу и по основным разновидностям руд необходимо систематически контролировать, оценивая точность и достоверность результатов. Следует своевременно проверять положение проб относительно элементов геологического строения, надежность оконтуривания рудных тел по мощности, выдержанность принятых параметров проб и соответствие фактической массы пробы расчетной, исходя из принятого сечения борозды или фактического диаметра и выхода керна (отклонения не должны превышать  $\pm(10-20) \%$  с учетом изменчивости плотности руды).

Точность бороздового опробования следует контролировать сопряженными бороздами того же сечения, кернового опробования – отбором проб из вторых половинок керна.

При геофизическом опробовании в естественном залегании контролируются стабильность работы аппаратуры и воспроизводимость метода при одинаковых условиях рядовых и контрольных измерений. Достоверность геофизического опробования определяется сопоставлением данных геологического и геофизического опробования по опорным интерва-

лам с высоким выходом керна, для которого доказано отсутствие его избирательного истирания.

В случае выявления недостатков, влияющих на точность опробования, следует производить переопробование (или повторный каротаж) рудного интервала.

Достоверность принятых методов и способов опробования скважин и горных выработок контролируется более представительным способом, как правило, валовым, руководствуясь соответствующими методическими документами.. Для этой цели также необходимо использовать данные технологических проб, валовых проб для определения объемной массы в целиках и результаты отработки месторождения.

Объем контрольного опробования должен быть достаточным для статистической обработки результатов и обоснованных выводов об отсутствии или наличии систематических ошибок, а в случае необходимости – и для введения поправочных коэффициентов.

28. Обработка проб производится по схемам, разработанным для каждого месторождения или принятым по аналогии с однотипными месторождениями. Основные и контрольные пробы обрабатываются по одной схеме.

Качество обработки должно систематически контролироваться по всем операциям в части обоснованности коэффициента  $K$  и соблюдения схемы обработки. Для баритовых (витеритовых) руд величина коэффициента  $K$  обычно составляет 0,05 при их однородном качестве и 0,1 при неоднородном или при содержании в них вредных примесей, близком к предельному по требованиям государственных стандартов, технических условий или кондиций.

Обработка контрольных крупнообъемных проб производится по специально составленным программам.

29. Химический состав руд должен изучаться с полнотой, обеспечивающей выявление всех основных, попутных полезных компонентов и вредных примесей. Содержания их в руде определяются анализами проб химическими, спектральными, физическими, геофизическими или другими методами, установленными государственными стандартами или утвержденными Научным советом по аналитическим методам (НСАМ).

Изучение в рудах попутных компонентов производится в соответствии с «Рекомендациями по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов», утвержденными МПР России в установленном порядке.

Для выяснения степени изменения первичных руд и установления в зоне гипергенеза границы коры выветривания должны выполняться фазовые анализы.

Во всех существенно баритовых, кварц-баритовых, железо-баритовых, глинисто-баритовых и песчано-баритовых рудах в рядовых пробах определяется содержание  $BaSO_4$  (в том числе  $BaO$ ),  $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ . В барит-витеритовых рудах определяется содержание  $BaCO_3$ .

В кальцит-баритовых рудах, кроме указанных компонентов, определяется содержание  $CaCO_3$ , во флюорит-баритовых –  $CaF_2$ , в сульфидно-баритовых рудах –  $Pb$ ,  $Zn$ , иногда  $Au$ ,  $Ag$  и других компонентов, содержания которых учитываются при оконтуривании руд по мощности. Другие полезные компоненты и вредные примеси определяются обычно по групповым пробам. Содержание компонентов, лимитируемых кондициями для товарного барита ( $Al_2O_3$ , растворимые соли и т. д.), может определяться в концентрате, полученном после обогащения групповых проб. При наличии в рудах витерита следует определять также  $CO_2$ .

Порядок объединения рядовых проб в групповые, их размещение и общее количество должны обеспечивать равномерное опробование основных разновидностей руд на попутные компоненты и вредные примеси и выяснение закономерностей изменения их содержа-

ний по простиранию и падению рудных тел.

30. Качество анализов проб необходимо систематически проверять, а результаты контроля своевременно обрабатывать в соответствии с методическими указаниями НСАМ и НСОММИ и ОСТ 41-08-272–04 «Управление качеством аналитических работ. Методы геологического контроля качества аналитических работ», утвержденным ВИМС\* (протокол № 88 от 16 ноября 2004 г.). Геологический контроль анализов следует осуществлять независимо от лабораторного контроля в течение всего периода разведки месторождения. Контролю подлежат результаты анализов на все основные, попутные компоненты, и вредные примеси.

31. Внутренний контроль проводится для определения величин случайных погрешностей путем анализа зашифрованных дубликатов аналитических проб в той же лаборатории, которая выполняла основные анализы, не позднее следующего квартала.

Для выявления и оценки возможных систематических погрешностей должен осуществляться внешний контроль в лаборатории, имеющей статус контрольной. На внешний контроль направляются дубликаты аналитических проб, хранящиеся в основной лаборатории и прошедшие внутренний контроль. При наличии стандартных образцов состава (СОС), аналогичных исследуемым пробам, внешний контроль следует осуществлять, включая их в зашифрованном виде в партию проб, которые сдаются на анализ в основную лабораторию. Пробы, направляемые на внутренний и внешний контроль, должны характеризовать все разновидности руд месторождений и классы содержаний.

32. Объем внутреннего и внешнего контроля должен обеспечить представительность выборки по каждому классу содержаний и периоду выполнения анализов (квартал, полугодие, год).

При выделении классов следует учитывать параметры кондиций для подсчета запасов. В случае большого числа анализируемых проб (2000 и более в год) на контрольные анализы направляется 5 % от их общего количества, при меньшем числе проб по каждому выделенному классу содержаний должно быть выполнено не менее 30 контрольных анализов за контролируемый период.

33. Обработка данных внешнего и внутреннего контроля по каждому классу содержаний производится по периодам (квартал, полугодие, год), отдельно по каждому методу анализа и лаборатории, выполняющей основные анализы. Оценка систематических расхождений по результатам анализа СОС выполняется в соответствии с методическими указаниями НСАМ по статистической обработке аналитических данных.

Относительная среднеквадратическая погрешность, определенная по результатам внутреннего геологического контроля, не должна превышать допустимых значений, указанных в табл. 4. В противном случае результаты основных анализов для данного класса содержаний и периода работы лаборатории бракуются и все пробы подлежат повторному анализу с выполнением внутреннего геологического контроля. Одновременно основной лабораторией должны быть выяснены причины брака и приняты меры по его устранению.

---

\* Федеральный научно-методический центр лабораторных исследований и сертификации минерального сырья «ВИМС» МПР России (ФНМЦ ВИМС)



**Предельно допустимые относительные среднеквадратические  
погрешности анализов по классам содержаний**

Компо- нент	Класс содер- жаний компо- нентов в руде*, %	Предельно допустимая относительная средне- квадратическая погреш- ность, %	Компонент	Класс содер- жа- ний компонен- тов в руде*, % (Au, Ag – в г/т)	Предельно допустимая относительная средне- квадратическая погреш- ность, %
BaSO <sub>4</sub>	>60	4,0	Zn	>10	2,5
	40–60	5,5		5–10	3,5
	20–40	9,0		2–5	6,0
	10–20	12		0,5–2	11
	5–10	15		0,2–0,5	13
	1–5	17		0,1–0,2	17
	0,5–1	23		0,02–0,1	22
	0,1–0,5	25		Pb	>10
	<0,1	30	5–10		3,5
CaO	>60	1,5	Pb	2–5	6,0
	40–60	2,0		1–2	8,5
	20–40	2,5		0,5–1	11
	7–20	6,0		0,2–0,5	13
	1–7	11		0,1–0,2	17
	0,5–1	15		Cu	>5
	0,2–0,5	20	3–5		4,5
	<0,2	30	1–3	5,5	
CaF <sub>2</sub>	>50	2,5	Cu	0,5–1,0	8,5
	20–50	3,0		0,2–0,5	13
	10–20	5,0		0,1–0,2	17
	2–10	10	Au	64–128	4,5
	0,5–2	17		16–64	10
SiO <sub>2</sub>	>50	1,3		4–16	18
	20–50	2,5		1–4	25
	5–20	5,5		0,5–1,0	30
	1,5–5	11	<0,5	30	
CaCO <sub>3</sub>	>10	6	Ag	100–300	7
	5–10	8		30–100	12
	2–5	11		10–30	15
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20–30	2,5		1–10	22
	10–20	3,0			
	5–10	6,0			
	1–5	12			
* Если выделенные на месторождении классы содержаний отличаются от указанных, то предельно допустимые среднеквадратические погрешности определяются интерполяцией.					

34. При выявлении по данным внешнего контроля систематических расхождений между результатами анализов основной и контролирующей лабораторий проводится арбитражный контроль. Этот контроль выполняется в лаборатории, имеющей статус арбитражной. На арбитражный контроль направляются хранящиеся в лаборатории аналитические дубликаты рядовых проб (в исключительных случаях – остатки аналитических проб), по которым имеются результаты рядовых и внешних контрольных анализов. Контролю подлежат 30–40 проб по каждому классу содержаний, по которому выявлены систематические

ские расхождения. При наличии СОС, аналогичных исследуемым пробам, их также следует включать в зашифрованном виде в партию проб, сдаваемых на арбитраж. Для каждого СОС должно быть получено 10–15 результатов контрольных анализов.

При подтверждении арбитражным анализом систематических расхождений следует выяснить их причины, разработать мероприятия по устранению недостатков в работе основной лаборатории, а также решить вопрос о необходимости повторного анализа всех проб данного класса и периода работы основной лаборатории или о введении в результаты основных анализов соответствующего поправочного коэффициента. Без проведения арбитражного анализа введение поправочных коэффициентов не допускается.

35. По результатам выполненного контроля опробования – отбора, обработки проб и анализов – должна быть оценена возможная погрешность выделения рудных интервалов и определения их параметров.

36. Минеральный состав руд, их текстурно-структурные особенности и физические свойства должны быть изучены с применением минералого-петрографических, физических, химических и других видов анализа по методикам, утвержденным научными советами по минералогическим и аналитическим методам исследования (НСОММИ, НСАМ). При этом наряду с описанием отдельных минералов производится также количественная оценка их распространения. Особое внимание уделяется минералам бария, выяснению их взаимоотношений между собой и с другими минералами (наличие и размеры сростков, характер срастания), определению размеров зерен и их распределения по классам крупности.

В процессе минералогических исследований следует составить баланс распределения компонентов, имеющих промышленное значение, и вредных примесей по минеральным формам.

Для оценки пригодности баритовых руд в качестве наполнителя лаков и красок следует определить белизну барита по части рядовых проб, равномерно характеризующих рудные тела и природные разновидности руд по площади и разрезу. При этом белизну барита необходимо определять: для баритовых руд, не требующих обогащения, – во всех отобранных для этой цели пробах, для обогащаемых баритовых руд – в концентрате.

В баритовых рудах, которые намечается применять в качестве утяжелителя буровых растворов, во всех пробах определяется плотность барита.

37. Объемная масса и влажность руды входят в число основных параметров, используемых при подсчете запасов месторождений, их определение необходимо производить для каждой выделенной природной разновидности руд и внутренних некондиционных прослоев и вмещающих пород.

Объемная масса плотных руд определяется главным образом по представительным парафинированным образцам. Эти образцы должны равномерно характеризовать отдельные типы руд по площади их распространения. Объемная масса рыхлых, сильно трещиноватых и кавернозных руд, как правило, определяется в целиках. Объем целиков зависит от строения рудных тел и обычно не превышает 1–3 м<sup>3</sup>. Определение объемной массы может производиться также методом поглощения рассеянного гамма-излучения при наличии необходимого объема заверочных работ. По результатам исследований должна быть выявлена и использована при подсчете запасов корреляционная связь объемной массы от содержания BaSO<sub>4</sub> для каждого типа руд.

Одновременно с определением объемной массы на том же материале определяется влажность руд. Образцы и пробы для определения объемной массы и влажности должны быть охарактеризованы минералогически и проанализированы на основные компоненты.

При наличии горных выработок достоверность определения объемной массы по об-

разцам должна быть подтверждена методом выемки целиков или исследованиями целиков геофизическими методами.

38. В результате изучения химического и минерального состава, текстурно-структурных особенностей и физических свойств руд должны быть установлены природные разновидности баритовых (витеритовых) руд и предварительно выделены промышленные (технологические) типы, подлежащие раздельной выемке, требующие раздельной переработки или имеющие различные области использования.

Окончательно промышленные (технологические) типы выделяются по результатам технологического изучения выявленных на месторождении природных разновидностей. В первую очередь должны быть выделены богатые баритовые руды, не требующие обогащения, и руды, из которых после обогащения гравитационным способом могут быть получены концентраты, удовлетворяющие требованиям к утяжелителям, используемым при бурении нефтяных и газовых скважин.

## **V. Изучение технологических свойств руд**

39. Технологические свойства баритовых (витеритовых) руд, как правило, изучаются в лабораторных и полупромышленных условиях на минералого-технологических, малых технологических, лабораторных, укрупненно-лабораторных и полупромышленных пробах. При имеющемся опыте промышленной переработки легкообогащаемых руд допускается использование аналогии, подтвержденной результатами лабораторных исследований. Для труднообогащаемых или новых типов руд, опыт переработки которых отсутствует, технологические исследования руд и, в случае необходимости, продуктов их обогащения должны проводиться по специальным программам, согласованным с заинтересованными организациями.

Отбор проб для технологических исследований на разных стадиях геологоразведочных работ следует выполнять в соответствии со стандартом Российского геологического общества – СТО РосГео 09-001–98 «Твердые полезные ископаемые и горные породы. Технологическое опробование в процессе геологоразведочных работ», утвержденным и введенным в действие Постановлением Президиума Исполнительного комитета Всероссийского геологического общества (от 28 декабря 1998 г. №17/6).

40. В процессе технологических исследований целесообразно изучить возможность предобогащения и (или) разделения на сорта добытой руды в тяжелых суспензиях, с использованием крупнопорционной сортировки горнорудной массы в транспортных емкостях, а для руд с высоким выходом кусковой фракции ( $-200+20$  мм) – возможность их радиометрической сепарации.

При положительных результатах исследований по предобогащению следует уточнить промышленные (технологические) типы руд, требующие селективной добычи, или подтвердить возможность валовой выемки рудной массы. Дальнейшие испытания способов переработки руд традиционными методами глубокого обогащения (гравитация и флотация) проводятся в соответствии со стандартами Российского геологического общества «Твердые полезные ископаемые и горные породы. Технологические методы исследования минерального сырья» – СТО РосГео 08-006–98 (Флотационные методы обогащения). и 08-007–98 (Гравитационные методы обогащения), утвержденным и введенным в действие Постановлением Президиума Российского геологического общества (от 28 декабря 1998 г. №17/6) и с учетом технологических возможностей включения в общую схему методов кускового обогащения, в том числе радиометрической сепарации.

41. Для выделения технологических типов и сортов руд проводится геолого-

технологическое картирование, при котором сеть опробования выбирается в зависимости от числа и частоты перемежаемости природных разновидностей руд. При этом рекомендуется руководствоваться стандартом Российского геологического общества – СТО РосГео 09-002–98 «Твердые полезные ископаемые и горные породы. Геолого-технологическое картирование», утвержденным и введенным в действие Постановлением Президиума Исполнительного комитета Всероссийского геологического общества (от 28 декабря 1998 г. №17/6).

Минералого-технологическими и малыми технологическими пробами, отобранными по определенной сети, должны быть охарактеризованы все природные разновидности руд, выявленные на месторождении. По результатам их испытаний проводится геолого-технологическая типизация руд месторождения с выделением промышленных (технологических) типов и сортов руд, изучается пространственная изменчивость вещественного состава, физико-механических и технологических свойств руд в пределах выделенных промышленных (технологических) типов и составляются геолого-технологические карты, планы и разрезы.

На лабораторных и укрупненно-лабораторных пробах должны быть изучены технологические свойства всех выделенных промышленных (технологических) типов руд в степени, необходимой для выбора оптимальной технологической схемы их переработки и определения основных технологических показателей обогащения и качества получаемой продукции. При этом важно определить оптимальную степень измельчения руд, которая обеспечивает максимальное вскрытие ценных минералов при минимальном ошламовании и сбросе их в хвосты.

Результаты лабораторных исследований при необходимости проверяются полупромышленными испытаниями. Последние служат для проверки технологических схем, уточнения технологических и экономических показателей переработки и подтверждения соответствия полученных в результате испытаний концентратов требованиям соответствующих технических условий и государственных стандартов.

Пробы для полупромышленных испытаний должны характеризовать отдельные промышленные типы руд или смеси промышленных сортов в соотношениях, соответствующих объему их совместной добычи и переработки на фабрике. Полупромышленные технологические испытания проводятся в соответствии с программой, разработанной организацией, выполняющей технологические исследования, совместно с недропользователем и согласованной с проектной организацией. Отбор проб производится по специальному проекту. При намечаемом использовании баритового концентрата в качестве утяжелителя буровых растворов является обязательным проведение исследований по возможности гравитационного обогащения руд.

Укрупнено-лабораторные и полупромышленные технологические пробы должны быть представительными, т. е. отвечать по химическому составу, текстурно-структурным особенностям, контрастности по содержанию ценных компонентов, физическим и другим свойствам среднему составу баритовых (витеритовых) руд данного промышленного (технологического) типа. Прослойки некондиционных руд, а также вмещающих пород и различные включения, которые не могут быть выделены при отработке, следует включать в состав технологических проб.

Для оценки технологических свойств руд глубоких горизонтов месторождений, труднодоступных для отбора представительных по массе лабораторных и особенно полупромышленных проб, следует использовать выявленные закономерности в изменении качества баритовых (витеритовых) руд верхних изученных горизонтов и результаты геолого-технологического картирования.

42. При исследовании обогатимости баритовых (витеритовых) руд изучаются степень их окисленности, минеральный состав, структурные и текстурные особенности, а также физические и химические свойства минералов, устанавливается наличие попутных компонентов и вредных примесей с использованием приемов и методов технологической минералогии. Оценивается дробимость и измельчаемость, проводится ситовый, дисперсионный и гравитационный анализы разных классов руды. Выбирается технологическая схема обогащения, устанавливается число стадий и стадияльная крупность измельчения. Определяются способы обогащения и доводки концентратов и промпродуктов, содержащих попутные компоненты.

Вещественный состав и технологические свойства баритовых (витеритовых) руд должны быть изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, достаточных для проведения объективного технико-экономического обоснования эффективности предлагаемых технологических решений при рассмотрении разведочных кондиций и проектирования технологической схемы их переработки с комплексным извлечением содержащихся в них компонентов, имеющих промышленное значение. Кроме того, необходимо обосновать целесообразность и эффективность апробации процесса крупнопорционной радиометрической сортировки руд в транспортных емкостях при эксплуатации месторождения.

Промышленные (технологические) типы и сорта руд должны быть охарактеризованы по соответствующим предусмотренным кондициям показателям, определены основные технологические параметры обогащения и химической переработки (выход концентратов, их характеристика, извлечение ценных компонентов в отдельных операциях, сквозное извлечение и др.).

Достоверность данных, полученных в результате полупромышленных испытаний, оценивают на основе технологического и товарного баланса. Разница в массе промышленного компонента между этими балансами не должна превышать 10 %. Показатели переработки сравнивают с показателями, получаемыми на современных обогатительных фабриках по переработке баритовых руд.

Для попутных компонентов необходимо выяснить формы нахождения и баланс их распределения в продуктах обогащения и передела концентратов, а также установить условия, возможность и экономическую целесообразность их извлечения.

Должна быть изучена возможность использования оборотных вод и отходов, получаемых при рекомендуемой технологической схеме переработки минерального сырья, даны характеристика продуктов, направляемых в хвостохранилище (объем, крупность и остаточная концентрация реагентов), и рекомендации по очистке промстоков.

43. Баритовые и витеритовые руды, как правило, требуют обогащения. Богатые существенно-баритовые руды обычно обогащаются промывкой и ручной сортировкой, а в некоторых случаях используются без предварительного обогащения. Наиболее легко обогащаются песчано-глинисто-баритовые руды элювиальных россыпей: барит может быть получен после промывки и сортировки. Основная масса существенно-баритовых, кварц- и кальцит-баритовых руд обогащается методами гравитации с применением процессов обогащения в тяжелых суспензиях, отсадки и концентрации на столах или шлюзах мелких классов – 0,5 мм. Схемы обогащения стадияльные в зависимости от текстурно-структурных особенностей руд.

Основным методом обогащения для извлечения барита из тонковкрапленных и комплексных руд является флотация. Барит относится к легкофлотируемым минералам с применением в качестве собирателей карбоновых кислот, алкилсульфатов, а также катионных реагентов. При переработке сульфидно-баритовых руд – основного источника получения

барита в России – баритовый концентрат получают из хвостов флотации сульфидов. Схема обогащения при тонине помола руды 65–90 % –0,074 мм включает основную, две–четыре перечистные и контрольную операции, для каждой из которых характерен свой набор и расход реагентов (баритол, олеиновая кислота, таловое масло, оксаль П-80, сосновое масло, жидкое стекло, кальцинированная сода, известь).

Комплексные флюорит-баритовые руды также обогащаются по флотационной технологии как с последовательной селекцией флюорита и барита, так и наоборот (подавители барита – крахмал, фторид натрия, лигносульфонаты, бихромат калия). Железо-баритовые руды перерабатываются по комбинированной магнитно-флотационной технологии обогащения.

Для повышения качества конечной продукции иногда применяются другие дополнительные методы переработки. Например, химическое отбеливание концентратов обогащения проводится при тонком измельчении материала в слабом растворе серной или соляной кислот с последующей многократной промывкой. При обогащении декрипитацией барит растрескивается при температуре 400–450 °С и переходит в порошковое состояние, в отличие от минералов–примесей. Путем последующего грохочения выделяется качественный баритовый продукт.

Перспективными методами переработки баритсодержащих руд различных типов является комбинированная технология радиометрического обогащения, включающая процессы крупнопорционной сортировки в транспортных емкостях на РКС и крупнокусковой сепарации после дробления руды.

Вопрос о рациональной схеме обогащения железо-флюорит-редкоземельно-баритовых руд до настоящего времени окончательно не решен.

Для повышения извлечения барита применяется комбинированная схема переработки с флотационным обогащением промпродукта и хвостов гравитации, что позволяет дополнительно получить до 10 % концентрата. Схема флотации (основная, контрольная и несколько перечистных операций) осуществляется при крупности измельчения материала до 90 % –0,074 мм.

Техногенные отходы, содержащие барит в незначительных количествах (не более 8–10 %), могут использоваться при производстве специальных цементов или как сырье для повторного извлечения барита.

Барит поставляется в виде продуктов рудоразборки, гравитационного и флотационного концентратов. Качество концентратов должно в каждом конкретном случае регламентироваться договором между поставщиком (рудником) и потребителем или должно соответствовать существующим стандартам и техническим условиям. Перечень основных стандартов и технических условий на барит и получаемые из него продукты приведен в табл. 5, а для сведения в табл. 6 в качестве ориентировочных приведены технические требования к баритовым концентратам, которые использовались в СНГ.

Таблица 5

**Перечень основных стандартов и технических условий на барит и получаемые из него продукты**

ГОСТ 4682–84	Концентрат баритовый. Технические условия
ТУ 2458-228-00147001–2001	Утяжелитель порошкообразный флотационный
ТУ 1769-006-00136716–2002	Утяжелитель порошкообразный гравитационный
ОСТ 39-128–82	Утяжелитель баритовый порошкообразный модифицированный
ТУ 6-10-943–76	Отбеленный микробарит
ТУ 6-10-944–75	Барит молотый отбеленный

Таблица 6

**Требования к качеству концентрата баритового**

Наименование показателей	Нормы для марок					
	КБ-1	КБ-2	КБ-3	КБ-4	КБ-5	КБ-6
Содержание сернокислого бария, %, не менее	95	92	90	87	85	80
Содержание диоксида кремния, %, не более:	Не нормируется					
для класса А						
для класса Б	1,5	1,5	2,5	3,5	4,5	4,5
Содержание железа в пересчете на Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %, не более:	Не нормируется					
для класса А						
для класса Б	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	2,5
Содержание суммы кальция и магния в пересчете на CaO, %, не более:	Не нормируется					
для класса А						
для класса Б	0,5	1,0	1,5	6,0	7,0	7,0
Водорастворимых солей, %, не более	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,45
В том числе кальция:	Не нормируется					
для класса А						
для класса Б	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Содержание влаги, %, не более	2	2	2	2	2	2
Содержание остатка после просева на сите с сеткой № 009К, %, не более:	Не нормируется					
для класса А						
для класса Б	4	4	4	4	4	4
Содержание фракции 5 мкм, %, не более:	Не нормируется					
для класса А						
для класса Б	5	5	10	15	....	....
Реакция водной вытяжки:	Не нормируется					
для класса А						
для класса Б	6–8	6–8	6–8	6–8	6–8	6–8

Примечание. Гранулометрический состав баритового концентрата определяется по требованию потребителей.

Баритовые концентраты всех марок класса А пригодны в качестве наполнителей красок, лаков и эмалей, марок КБ-1 и КБ-2 этого класса – для получения солей бария, в производстве электровакуумного стекла и литопона. Для последнего назначения может употребляться также концентрат марки КБ-3 класса А с ограничением по содержанию фтора (0,03 %). Для сырья, используемого в производстве литопона и красок белых тонов, дополнительно нормируется коэффициент яркости (для марки КБ-1 не менее 90 %, для остальных марок – не менее 80 %), а также по крупности (остаток на сите № 0056 не более 1 %).

Из концентратов марок КБ-3, КБ-4 и КБ-5 класса А путем их химического отбеливания получают молотый отбеленный барит, применяемый в качестве наполнителя в лакокрасочной, электроламповой и других отраслях промышленности (остаток на сите № 016 не более 0,1 %), а в результате дополнительного обогащения этих концентратов методом декрипитации, отбеливания и измельчения на струйных мельницах – отбеленный микробарит, используемый в производстве эмалей и красок специального назначения (крупность – 20 мкм не менее 85 %).

Баритовые концентраты всех марок класса А применяются в производстве асботехнических изделий (остаток на сите № 0125К не более 1 %), марок КБ-3, КБ-4, КБ-5 и КБ-6 класса Б – в цементной промышленности, а марок КБ-5 и КБ-6 – в производстве других

строительных материалов.

При бурении скважин на нефть и газ используется порошкообразный модифицированный баритовый утяжелитель, получаемый из гравитационных и флотационных баритовых концентратов класса Б. Для утяжелителя нормируется плотность (4–4,2 г/см<sup>3</sup>), содержание водорастворимых солей кальция (не более 0,05 %), показатель гидрофильности (не менее 80 %) и крупность (остаток на сите № 0071 не более 6 %). Баритовые руды с содержанием сульфида железа более 1 % в качестве исходного сырья для производства утяжелителя непригодны. В настоящее время в России выпускается порошкообразный утяжелитель гравитационный марок УБК-1, 2 и 3 (ТУ 1769-006-0136716–2002) и УБПМ-1 (ТУ 2458-228-00147-001–2001).

Витерит может применяться как сырье для производства бариевых соединений, в особенности (после очистки) технического углекислого бария. Стандарты и технические условия на него отсутствуют. Из-за легкой растворимости витерит в качестве утяжелителя непригоден.

## **V. Изучение гидрогеологических, инженерно-геологических, экологических и других природных условий месторождения**

44. Гидрогеологическими исследованиями должны быть изучены основные водоносные горизонты, которые могут участвовать в обводнении месторождения, выявлены наиболее обводненные участки и зоны и решены вопросы использования или сброса рудничных вод.

По каждому водоносному горизонту следует установить его мощность, литологический состав, типы коллекторов, условия питания, взаимосвязь с другими водоносными горизонтами и поверхностными водами, положение уровней подземных вод и другие параметры; определить возможные водопотоки в эксплуатационные горные выработки, проходка которых предусмотрена в технико-экономическом обосновании кондиций, и разработать рекомендации по защите их от подземных вод. Необходимо также:

изучить химический состав и бактериологическое состояние вод, участвующих в обводнении месторождения, их агрессивность по отношению к бетону, металлам, полимерам, содержание в них полезных и вредных примесей; по разрабатываемым месторождениям – привести химический состав рудничных вод и протокатов;

оценить возможность использования дренажных вод для водоснабжения или извлечения из них ценных компонентов, а также возможное влияние их дренажа на действующие в районе месторождения подземные водозаборы;

дать рекомендации по проведению в последующем необходимых специальных изыскательских работ, оценить влияние сброса рудничных вод на окружающую среду;

оценить возможные источники хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения, обеспечивающие потребность будущих предприятий по добыче и переработке минерального сырья.

Утилизация дренажных вод предполагает подсчет эксплуатационных запасов. Он производится, руководствуясь соответствующими методическими документами

По результатам гидрогеологических исследований должны быть даны рекомендации для проектирования рудника по способам осушения геологического массива, водоотводу, утилизации дренажных вод, источникам водоснабжения и природоохранным мерам.

45. Проведение инженерно-геологических исследований при разведке месторождения необходимо для информационного обеспечения проекта разработки (расчета основных параметров карьера, подземных горных выработок и целиков, типовых паспортов буро-



взрывных работ и крепления) и повышения безопасности ведения горных работ.

Инженерно-геологические исследования на месторождении проводятся в соответствии с «Методическим руководством по изучению инженерно-геологических условий рудных месторождений при разведке», рассмотренным и одобренным Департаментом геологии и использования недр Министерства природных ресурсов Российской Федерации (протокол №7 от 4 сентября 2000 г.) и методическими рекомендациями «Инженерно-геологические, гидрогеологические и геоэкологические исследования при разведке и эксплуатации рудных месторождений», рассмотренными и одобренными Управлением ресурсов подземных вод, геоэкологии и мониторинга геологической среды Министерства природных ресурсов Российской Федерации (протокол №5 от 12 апреля 2002 г.)

Инженерно-геологическими исследованиями должны быть изучены: физико-механические свойства руд, рудовмещающих пород и перекрывающих отложений, определяющие характеристику их прочности в естественном и водонасыщенном состояниях; инженерно-геологические особенности массива пород месторождения и их анизотропия, состав пород, их трещиноватость, тектоническая нарушенность, текстурные особенности, закарстованность, разрушенность в зоне выветривания; современные геологические процессы, которые могут осложнить разработку месторождения. В районах с развитием многолетнемерзлых пород следует установить их температурный режим, положение верхней и нижней границ мерзлотной толщи, контуры и глубины распространения таликов, характер изменения физических свойств пород при оттаивании, глубину слоя сезонного оттаивания и промерзания.

В результате инженерно-геологических исследований должны быть получены материалы по прогнозной оценке устойчивости пород в кровле подземных горных выработок, бортах карьера и для расчета основных параметров карьера.

При наличии в районе месторождения действующих шахт или карьеров, расположенных в аналогичных гидрогеологических и инженерно-геологических условиях, для характеристики разведываемой площади следует использовать данные о степени обводненности и инженерно-геологических условиях этих шахт и карьеров.

46. Месторождения барита и витерита разрабатываются главным образом открытым, а также подземным способом. Граница отработки открытым способом устанавливается при помощи предельного коэффициента вскрыши, исходя из равенства себестоимости добычи полезного ископаемого одним и другим способом. Выбор способа зависит от горно-геологических условий залегания рудных тел, принятых горнотехнических показателей, схем добычи руды и обосновывается в ТЭО кондиций.

47. Основная цель экологических исследований заключается в информационном обеспечении проекта освоения месторождения в части природоохранных мер.

Экологическими исследованиями должны быть: установлены фоновые параметры состояния окружающей среды (уровень естественной радиации, качество поверхностных и подземных вод и воздуха, характеристика почвенного покрова, растительного и животного мира и т.д.); определены предполагаемые виды химического и физического воздействия намечаемого к строительству объекта на окружающую природную среду (запыление прилегающих территорий, загрязнение поверхностных и подземных вод, почв рудничными водами и промстоками, воздуха выбросами в атмосферу и т.д.), объемы изъятия для нужд производства природных ресурсов (лесных массивов, воды на технические нужды, земель для размещения основных и вспомогательных производств, отвалов вскрышных и вмещающих горных пород, некондиционных руд и т.д.); оценены характер, интенсивность, степень и опасность воздействия, продолжительность и динамика функционирования источников загрязнения и границы зон их влияния.

Для решения вопросов, связанных с рекультивацией земель, следует определить мощность почвенного покрова и произвести агрохимические исследования рыхлых отложений, а также выяснить степень токсичности пород вскрыши и возможность образования на них растительного покрова. Должны быть даны рекомендации по разработке мероприятий по охране недр, предотвращению загрязнения окружающей среды и рекультивации земель.

48. Для месторождений, где установлена природная газоносность отложений (метан, сероводород и др.), должны быть изучены закономерности изменения содержания и состава газов по площади и с глубиной.

49. Следует определить влияющие на здоровье человека факторы (пневмокониозоопасность, повышенная радиоактивность, геотермические условия и др.).

50. По районам новых месторождений необходимо указать местоположение площадей с отсутствием залежей полезных ископаемых, где могут быть размещены объекты производственного и жилищно-гражданского назначения, отвалы пустых пород. Приводятся данные о наличии местных строительных материалов и возможности использования в качестве их вскрышных пород изучаемого месторождения.

51. Гидрогеологические, инженерно-геологические, геокриологические, горно-геологические и другие природные условия должны быть изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, необходимых для составления проекта разработки месторождения. При особо сложных гидрогеологических, инженерно-геологических и других природных условиях разработки, требующих постановки специальных работ, объемы, сроки и порядок проведения исследований согласовываются с проектными организациями.

52. Другие полезные ископаемые, образующие во вмещающих и перекрывающих породах самостоятельные залежи, должны быть изучены в степени, позволяющей определить их промышленную ценность и область возможного использования в соответствии с «Рекомендациями по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов», утвержденными МПР России в установленном порядке.

## **VI. Подсчет запасов**

53. Подсчет и квалификация по степени разведанности запасов месторождений бари́та и вите́рита производится в соответствии с требованиями «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых», утвержденной приказом Министра природных ресурсов Российской Федерации от 7 марта 1997г. № 40.

54. Запасы подсчитываются по подсчетным блокам, запасы руды в которых не должны превышать, как правило, годовую производительность будущего горного предприятия. Участки рудных тел, выделяемые в подсчетные блоки, должны характеризоваться:

одинаковой степенью разведанности и изученности параметров, определяющих количество запасов и качество руд;

однородностью геологического строения, примерно одинаковой или близкой степенью изменчивости мощности, внутреннего строения рудных тел, вещественного состава, основных показателей качества и технологических свойств руды;

выдержанностью условий залегания рудных тел, определенной приуроченностью блока к единому структурному элементу (крылу, замковой части складки, тектоническому блоку, ограниченному разрывными нарушениями);

общностью горнотехнических условий разработки.

По падению рудных тел подсчетные блоки следует разделять горизонтами горных работ или скважин с учетом намечаемой последовательности отработки запасов.

55. При подсчете запасов должны учитываться следующие дополнительные условия, отражающие специфику месторождений барита и витерита.

Запасы категории А при разведке подсчитываются только на месторождениях 1-й группы на участках детализации в блоках, оконтуренных со всех сторон разведочными выработками. Положение промышленных (технологических) типов и сортов, внутренних некондиционных участков, разрывных нарушений должно быть установлено в степени, исключающей другие варианты оконтуривания. На разрабатываемых месторождениях запасы категории А подсчитываются по данным и в контурах эксплуатационной разведки и горно-подготовительных выработок. К ним относятся запасы, отвечающие по степени изученности требованиям Классификации к этой категории.

Запасы категории В при разведке подсчитываются только на месторождениях 1-й и 2-й групп. К ним относятся запасы, выделенные на участках детализации или в пределах других частей рудных тел, степень разведанности которых соответствует требованиям Классификации к этой категории. Контур запасов категории В должен быть проведен по разведочным выработкам без экстраполяции, а основные геологические характеристики рудных тел и качество руды в пределах этого контура определены по достаточному объему представительных данных.

На разрабатываемых месторождениях запасы категории В подсчитываются по данным дополнительной разведки, эксплуатационной разведки и горно-подготовительных выработок в соответствии с требованиями Классификации к этой категории.

К категории  $C_1$  относятся запасы на участках месторождений, в пределах которых выдержана принятая для этой категории сеть разведочных выработок, а достоверность полученной при этом информации подтверждена результатами, полученными на участках детализации, или данными эксплуатации на разрабатываемых месторождениях.

Контур запасов категории  $C_1$ , как правило, определяются по разведочным выработкам, а для наиболее выдержанных и крупных рудных тел – геологически обоснованной ограниченной экстраполяцией, учитывающей изменение морфоструктурных особенностей, мощностей рудных тел и качества руд.

Запасы категории  $C_2$  подсчитываются по конкретным рудным телам путем экстраполяции по простираанию и падению от разведанных запасов более высоких категорий при наличии подтверждающих экстраполяцию единичных пересечений, результатов геофизических работ, геолого-структурных построений и с учетом установленных закономерностей изменения мощностей рудных тел и содержаний барита.

56. Ширина зоны экстраполяции для категорий запасов  $C_1$  и  $C_2$  в каждом конкретном случае должна быть обоснована фактическими данными. Не допускается экстраполяция в сторону разрывных нарушений, расщепления и выклинивания рудных тел, ухудшения качества руд и горно-геологических условий их разработки.

57. Запасы подсчитываются отдельно по категориям разведанности, способам отработки (карьерными, штольневыми горизонтами, шахтами), промышленным (технологическим) типам и сортам руд и их экономическому значению (балансовые, забалансовые). При разделении запасов полезных ископаемых по категориям в качестве дополнительного классификационного показателя могут использоваться количественные и вероятностные оценки точности и достоверности определения основных подсчетных параметров.

Забалансовые (потенциально-экономические) запасы подсчитываются и учитываются в том случае, если в ТЭО кондиций доказана возможность их сохранности в недрах для последующего извлечения или целесообразность попутного извлечения, складирования и

сохранения для использования в будущем. При подсчете забалансовых запасов производится их подразделение в зависимости от причин отнесения запасов к забалансовым (экономических, технологических, гидрогеологических, экологических и др.).

Соотношение различных промышленных типов и сортов руд, при невозможности их оконтуривания, определяется статистически. Балансовые и забалансовые запасы барита и витерита подсчитываются на сухую руду с указанием влажности сырой руды. Для влагоемких, пористых руд производится также подсчет запасов сырой руды.

58. На разрабатываемых месторождениях вскрытые, подготовленные и готовые к выемке, а также находящиеся в охранных целиках горно-капитальных и горно-подготовительных выработок запасы руд подсчитываются отдельно с подразделением их по категориям в соответствии со степенью изученности.

59. Запасы руд, заключенные в охранных целиках крупных водоемов и водотоков, населенных пунктов, капитальных сооружений и сельскохозяйственных объектов, заповедников, памятников природы, истории и культуры, относятся к балансовым или забалансовым в соответствии с утвержденными кондициями.

60. На разрабатываемых месторождениях для контроля за полнотой отработки ранее утвержденных запасов и обоснования достоверности подсчитанных новых запасов необходимо производить сопоставление данных разведки и эксплуатации по запасам, условиям залегания, морфологии, мощности, внутреннему строению рудных тел, содержанию полезных компонентов в соответствии с «Методическими рекомендациями по сопоставлению данных разведки и разработки месторождений твердых полезных ископаемых», утвержденными МПР России в установленном порядке.

В материалах сопоставления должны быть приведены контуры ранее утвержденных органами госэкспертизы и погашенных запасов (в том числе добытых и оставшихся в целиках), списанных как неподтвердившихся, контуры площадей приращиваемых запасов, а также сведения о запасах, числящихся на государственном балансе (в том числе – об остатке запасов, ранее утвержденных уполномоченным экспертным органом); представлены таблицы движения запасов (по категориям, рудным телам и месторождению в целом) и баланс руды с характеристикой ее качества в контуре погашенных запасов, отражающий изменение утвержденных уполномоченным экспертным органом запасов при доразведке, потери при добыче и транспортировке, выход товарной продукции и потери при переработке руд. Результаты сопоставления сопровождаются графикой, иллюстрирующей изменение представлений о горно-геологических условиях месторождения.

Если данные разведки в целом подтверждаются разработкой, а имеющиеся незначительные расхождения не влияют на технико-экономические показатели горнодобывающего предприятия, для сопоставления данных разведки и разработки могут быть использованы результаты геолого-маркшейдерского учета.

По месторождению, на котором по мнению недропользователя утвержденные уполномоченным экспертным органом запасы и (или) качество руд не подтвердились при разработке или необходимо введение поправочных коэффициентов в ранее утвержденные параметры или запасы, обязательным является выполнение специального подсчета запасов по данным доразведки и эксплуатационной разведки и оценка достоверности результатов, полученных при проведении этих работ.

При анализе результатов сопоставления необходимо установить величины изменений при эксплуатационной разведке или разработке утвержденных уполномоченным экспертным органом подсчетных параметров (площадей подсчета, мощностей рудных тел, содержания полезных компонентов, объемных масс и т. д.), запасов и качества руд, а также выяснить причины этих изменений.

61. В последние годы при подсчете запасов рудных месторождений находит применение метод геостатистического моделирования, позволяющий использовать процедуру крайгинга для исследования закономерностей пространственного распределения изучаемых признаков (концентраций полезного компонента, мощностей рудных пересечений, метропроцентов) и их оценивания с установлением амплитуды возможных ошибок.

Эффективность применения крайгинга в значительной степени обусловлена количеством и качеством исходной разведочной информации, методологией анализа первичных данных и моделирования, отвечающей индивидуальным геологическим особенностям строения разведываемого месторождения (законам распределения подсчетных параметров, характеру тренда и анизотропии, влиянию структурных границ, структуре и качеству экспериментальных вариограмм, параметрам поискового эллипсоида и др.). При использовании процедуры крайгинга количество и плотность разведочных пересечений должна быть достаточными для обоснования оптимальных интерполяционных формул (для двумерного моделирования – не менее нескольких десятков разведочных пересечений, для трехмерного – не менее первых сотен проб). Изучение свойств пространственных переменных рекомендуется производить на участках детализации.

Вычисление вариограмм производится на основе данных опробования по сквозным рудным пересечениям (жильный тип), составным пробам, длина которых согласуется с участком карьера (штокверки, мощные минерализованные зоны), и интервалам опробования – в случаях, когда исключается возможность для изучения вертикальной изменчивости опробования по составным пробам.

При построении блочной геостатистической модели месторождения максимально возможный размер элементарного блока выбирается исходя из планируемой технологии добычи, минимальный определяется плотностью созданной на месторождении разведочной сети наблюдений (не рекомендуется принимать размер сторон элементарного блока менее 1/4 средней плотности сети).

Результаты подсчета запасов могут быть представлены в двух видах: при расчете по сетке одинаковых равноориентированных блоков составляются таблицы подсчетных параметров по всем элементарным блокам совместно со значениями дисперсии крайгинга; при расчете крупными геологическими блоками индивидуальной геометрии каждый блок должен быть привязан в пространстве и иметь список проб, входящих в зону влияния.

Все массивы цифровых данных (данные опробования, координаты проб или рудных пересечений, аналитические выражения структурных вариограмм и др.) должны представляться в форматах, доступных для экспертизы с использованием наиболее распространенных программных комплексов (например, в виде DBF-файлов с отдельным указанием способа кодирования пропущенных значений или в виде ASCII-файлов стандартного формата GEOEAS). Модели симметризирующих преобразований, трендов и вариограмм, прочие параметры представляются в аналитическом и описательном виде.

Считается, что геостатистический способ подсчета запасов дает наилучшую возможность установления оценок средних содержаний полезного компонента в блоках, рудных телах и по месторождению в целом, позволяет снизить ошибки оконтуривания рудных тел с весьма сложной морфологией и внутренним строением и оптимизировать технологию отработки месторождения. Вместе с тем, геостатистические методы подсчета запасов должны быть контролируемы в своем применении и подчинены особенностям геологического строения месторождения. Результаты геостатистического моделирования и оценивания должны проверяться путем сравнения с результатами традиционных методов подсчета запасов на представительных участках.

62. При компьютерном подсчете запасов должна быть обеспечена возможность про-

смотр, проверки и корректировки исходных данных (координаты разведочных выработок, данные инклинометрии, отметки литолого-стратиграфических границ или контактов, результаты опробования и др.), результатов промежуточных расчетов и построений (каталог рудных пересечений, выделенных в соответствии с кондициями; геологические разрезы или планы с контурами промышленного оруденения; проекции рудных тел на горизонтальную или вертикальную плоскость; каталог подсчетных параметров по блокам, уступам, разрезам) и сводных результатов подсчета запасов. Выходная документация и машинная графика должны отвечать существующим требованиям к этим документам по составу, структуре, форме и др.

63. Подсчет запасов попутных полезных ископаемых и компонентов производится в соответствии с «Рекомендациями по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов», утвержденными МПР России в установленном порядке.

64. Подсчет запасов оформляется в соответствии с «Методическими рекомендациями по составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по подсчету запасов металлических и неметаллических полезных ископаемых», утвержденными МПР России в установленном порядке.

## **VII. Степень изученности месторождений (участков месторождений)**

По степени изученности месторождения (их участки) могут быть отнесены к группе оцененных или разведанных, требования к которым указаны в разделе 3 «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых», утвержденной приказом Министра природных ресурсов Российской Федерации от 7 марта 1997г. № 40.

Степень изученности для оцененных месторождений определяет целесообразность продолжения разведочных работ на объекте, для разведанных – подготовленность месторождения для промышленного освоения.

65. На оцененных месторождениях барита и виверита должна быть определена их промышленная ценность и целесообразность проведения разведочной стадии работ, выявлены общие масштабы месторождения, выделены наиболее перспективные участки для обоснования последовательности разведки и последующей отработки.

Параметры кондиций для подсчета запасов должны быть установлены на основе технико-экономического обоснования временных разведочных кондиций, разрабатываемых на основе отчетов о результатах оценочных работ для всех открытых новых месторождений, как в целом, так и по отдельным их частям, в объеме, достаточном для предварительной геолого-экономической оценки месторождения.

Запасы оцененных месторождений по степени изученности квалифицируются, главным образом, по категории  $C_2$  и, частично,  $C_1$ .

Соображения о способах и системах разработки месторождения, возможных масштабах добычи обосновываются укрупнено на основе проектов-аналогов; технологические схемы обогащения с учетом комплексного использования сырья, возможный выход и качество товарной продукции определяются на основе исследований лабораторных проб; капитальные затраты на строительство рудника, себестоимость товарной продукции и др. экономические показатели определяются по укрупненным расчетам на базе проектов-аналогов.

Вопросы хозяйственно-питьевого водоснабжения горнодобывающих предприятий при оценке промышленной значимости месторождений баритовых руд предварительно ха-

рактируются, основываясь на существующих, разведываемых и вероятных источниках водоснабжения.

Рассматривается и оценивается возможное влияние отработки месторождения на окружающую среду.

Для детального изучения морфологии оруденения, вещественного состава руд и разработки технологических схем их обогащения и переработки на оцененных месторождениях (участках) может осуществляться опытно-промышленная разработка (ОПР). ОПР проводится в рамках проекта разведочной стадии работ по решению государственной экспертизы материалов подсчета запасов в течении не более 3 лет на наиболее характерных, представительных для большей части месторождения участках, включающих типичные для месторождения руды. Масштаб и сроки ОПР должны быть согласованы с органами Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор). Необходимость проведения ОПР должна быть обоснована в каждом конкретном случае с определением ее целей и задач.

Проведение ОПР диктуется необходимостью выявления особенностей геологического строения (изменчивость морфологии и внутреннего строения рудных тел), горно-геологических и инженерно-геологических условий отработки, технологии добычи руд и их обогащения (природные разновидности и технологические типы руд и их взаимоотношения, особенности обогащения, полупромышленные испытания и т.д.). Решение этих вопросов возможно только при вскрытии рудных тел на существенную глубину и протяженность.

ОПР целесообразна при освоении крупных месторождений, на которых, прежде чем приступить к строительству основных фабрик, разработанная технологическая схема испытывается и совершенствуется на небольших обогатительных фабриках.

66. На разведанных месторождениях качество и количество запасов, их технологические свойства, гидрогеологические и горнотехнические условия разработки должны быть изучены по скважинам и горным выработкам с полнотой, достаточной для разработки технико-экономического обоснования решения о порядке и условиях их вовлечения в промышленное освоение, а также о проектировании строительства или реконструкции горнодобывающего производства.

Разведанные месторождения по степени изученности должны удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечена возможность квалификации запасов по категориям, соответствующим группе сложности геологического строения месторождения;

- вещественный состав и технологические свойства промышленных типов и сортов полезного ископаемого изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, для проектирования рациональной технологии их переработки с комплексным извлечением всех полезных компонентов, имеющих промышленное значение, и определения направления использования отходов производства или оптимального варианта их складирования;

- запасы других совместно залегающих полезных ископаемых, включая породы вскрыши и подземные воды, с содержащимися в них компонентами, отнесенные на основании кондиций к балансовым, изучены и оценены в степени, достаточной для определения их количества и возможных направлений использования;

- гидрогеологические, инженерно-геологические, геокриологические, горно-геологические, экологические и другие природные условия изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, необходимых для составления проекта разработки месторождения с учетом требований природоохранительного законодательства и

безопасности горных работ;

достоверность данных о геологическом строении, условиях залегания и морфологии рудных тел, качестве и количества запасов подтверждена на участках детализации, представительных для всего месторождения, размер и положение которых определяются недропользователем в каждом конкретном случае в зависимости от геологических особенностей месторождения;

подсчетные параметры кондиций установлены на основании технико-экономических расчетов, позволяющих определить масштабы и промышленную значимость месторождения с необходимой степенью достоверности;

рассмотрено возможное влияние разработки месторождения на окружающую среду и даны рекомендации по предотвращению или снижению прогнозируемого уровня отрицательных экологических последствий.

Рациональное соотношение запасов различных категорий определяется недропользователем с учетом допустимого предпринимательского риска. Возможность полного или частичного использования запасов категории  $C_2$  при проектировании отработки месторождения определяется в каждом конкретном случае по результатам государственной геологической экспертизы материалов подсчета запасов. Решающими факторами при этом являются особенности геологического строения рудных тел, их мощность и характер распределения в них рудной минерализации, оценка возможных ошибок разведки (методов, технических средств, опробования и аналитики), а также опыт разведки и разработки месторождений аналогичного типа.

Разведанные месторождения относятся к подготовленным для промышленного освоения при выполнении настоящих рекомендаций и после утверждения запасов (балансовых и забалансовых) в установленном порядке.

## **VIII. Пересчет и переутверждение запасов**

Пересчет и переутверждение запасов в установленном порядке производится по инициативе недропользователя, а также контрольных и надзорных органов в случаях существенного изменения представлений о качестве и количестве запасов месторождения и его геолого-экономической оценке в результате дополнительных геологоразведочных и добычных работ.

По инициативе недропользователя пересчет и переутверждение запасов производится при наступлении случаев, существенно ухудшающих экономику предприятия:

существенном неподтверждении разведанных и утвержденных ранее запасов и (или) их качества;

объективном, существенном (более 20 %) и стабильном падении цены продукции при сохранении уровня себестоимости производства;

изменении требований промышленности к качеству минерального сырья;

когда общее количество балансовых запасов, списанных и намечаемых к списанию как неподтвердившихся (в процессе дополнительной разведки, эксплуатационной разведки и разработки месторождения), а также не подлежащих отработке по технико-экономическим причинам, превышает нормативы, установленные действующим положением о порядке списания запасов полезных ископаемых с баланса горнодобывающих предприятий (т. е. более 20 %).

По инициативе контрольных и надзорных органов пересчет и переутверждение запасов производится при наступлении случаев, ущемляющих права недровладельца (государства) в части необоснованного уменьшения налогооблагаемой базы:



увеличении балансовых запасов, по сравнению с ранее утвержденными, более чем на 50 %;

существенном и стабильном увеличении мировых цен на продукцию предприятия (более 50 % от заложенных в обоснования кондиций);

разработке и внедрении новых технологий, существенно улучшающих экономику производства;

выявлении в рудах или вмещающих породах ценных компонентов или вредных примесей, ранее не учтенных при оценке месторождения и проектировании предприятия.

Экономические проблемы предприятия, вызванные временными причинами (геологические, технологические, гидрогеологические и горнотехнические осложнения, временное падение мировых цен продукции), решаются с помощью механизма эксплуатационных кондиций и не требуют пересчета и переутверждения запасов.

### **Характеристические показатели сложности геологического строения месторождений твердых полезных ископаемых**

Система разведки и плотность разведочной сети зависят в основном от нескольких природных факторов: условий залегания и структурно-геологических особенностей рудных тел (выдержанности и морфологии рудных тел, характера границ) и распределения полезного компонента (степени изменчивости качества полезного ископаемого в пределах рудных тел).

В качестве основных количественных показателей сложности строения рудных тел рекомендуется использовать следующие величины: коэффициент рудоносности ( $K_p$ ), показатель сложности ( $q$ ) и коэффициенты вариации мощности ( $V_m$ ) и содержания ( $V_C$ ) в рудных пересечениях (А.П. Прокофьев, 1973).

Коэффициент рудоносности обычно выражается как отношение линейных величин – длины рудных интервалов по скважинам или горным выработкам ( $\lambda_p$ ) к общей длине пересечений в пределах продуктивной зоны (в границах промышленного оруденения –  $\lambda_o$ ):

$$K_p = \frac{\lambda_p}{\lambda_o}. \quad (1.1)$$

Показатель сложности рассчитывается по отношению числа рудных пересечений ( $N_p$ ) к сумме всех разведочных пересечений (рудных, безрудных внутриконтурных  $N_v$  и контурных  $N_z$ , обрисовывающих общую границу сложного объекта):

$$q = \frac{N_p}{N_p + N_v + N_z}. \quad (1.2)$$

Коэффициент вариации мощности и коэффициент вариации содержания (в %) вычисляются общеизвестными способами по сумме разведочных данных:

$$V_m = \frac{S_m}{m_{cp}} \cdot 100; \quad (1.3)$$

$$V_C = \frac{S_C}{C_{cp}} \cdot 100, \quad (1.4)$$

где  $S_m$  и  $S_C$  – соответственно среднеквадратичные отклонения мощности единичных рудных пересечений и содержания в них полезного компонента от их среднеарифметических значений  $m_{cp}$  и  $C_{cp}$ .

Обобщенные ориентировочные предельные значения показателей сложности строения рудных тел по месторождениям 1-, 2-, 3- и 4-й групп сложности приведены в таблице.

**Количественные характеристики изменчивости основных свойств оруденения**

Группа месторождений	Показатели изменчивости объектов разведки			
	формы			содержания
	$K_p$	$q$	$V_m, \%$	$V_c, \%$
1-я	0,9–1,0	0,8–0,9	< 40	< 40
2-я	0,7–0,9	0,6–0,8	40–100	40–100
3-я	0,4–0,7	0,4–0,6	100–150	100–150
4-я	< 0,4	< 0,4	> 150	> 150

Решение по отнесению месторождения к конкретной группе принимается по совокупности всей геологической информации с учетом показателя, характеризующего наивысшую изменчивость формы или содержания.